

Antimicrobial Potential Of Endophyte Bacteria In Angsana Plants (*Pterocarpus indicus* Willd)

Nurhasnah^{1*}, Media Roza¹, Milya Sari¹, Kencanawati¹

¹. Department of Sciences-Physics, Faculty of Tarbiyah and Education Universitas Islam Negeri (UIN) Imam Bonjol Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: email hasnahbio18@gmail.com

ABSTRACT. The discovery of antimicrobial active compounds is one of the pressing things in the world of medicine and the pharmaceutical industry, due to the increasing and widespread resistance of pathogenic bacteria to existing antimicrobials. The Angsana plant (*Pterocarpus Indicus* Willd) has been shown to have efficacy as a drug, so it has the potential to be used as a source of natural antibiotics. This study aims to find out the types of endophytes in various parts of the Angsana plant (*Pterocarpus indicus* Willd) through macroscopic and microscopic identification and find out the activity of antimicrobial compound-producing endophytic bacteria in Angsana plants. Bacterial purification techniques used streak plate and spread plate methods. Antimicrobial activity tests were carried out using diffusion methods by means of point inoculation. The results showed 29 isolates of endophytic bacteria isolated from the Angsana plant (*P. indicus* Willd). From the roots as many as 11 isolates, stems as many as 12 isolates, and leaves as many as 6 isolates. The result of Gram staining of Angsana plant endophyte bacteria, obtained 22 bacterial isolates including Gram positive and 7 were Gram negative. There were 21 bacil-shaped endophyte bacterial isolates, 7 coccus-shaped isolates and 1 coccobacilli-shaped isolate. The Angsana endophyte bacteria isolates that have the potential to produce antimicrobial compounds as many as 20 isolates. Isolates of Angsana plant endophyte bacteria form a bland zone in *S. aureus* (10 isolates), *E. coli* (17 isolates). Endophyte bacterial isolates that were able to inhibit the growth of bacteria *S. aureus* and *E. coli* were 7 isolates.

Keywords: Angsana, Antimicrobial, Endophyte Bacteria,

ABSTRAK. Penemuan senyawa aktif antimikroba merupakan salah satu hal yang mendesak dalam dunia kedokteran dan industri farmasi, karena semakin banyak dan meluasnya resistensi bakteri patogen terhadap antimikroba yang ada. Tumbuhan Angsana (*Pterocarpus Indicus* Willd) telah terbukti memiliki khasiat sebagai obat, sehingga berpotensi untuk dijadikan sumber antibiotik alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis endofit pada berbagai bagian tumbuhan Angsana (*P. indicus* Willd) melalui identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis dan mengetahui aktivitas bakteri endofit penghasil senyawa antimikroba pada tumbuhan Angsana. Teknik pemurnian bakteri menggunakan metode streak plate dan spread plate. Uji aktivitas antimikroba dilakukan dengan menggunakan metode difusi dengan cara inokulasi titik. Hasil penelitian menunjukkan 29 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari tumbuhan Angsana (*P.indicus* Willd.), dari akar sebanyak 11 isolat, batang sebanyak 12 isolat, dan daun sebanyak 6 isolat. Hasil pewarnaan Gram bakteri endofit tumbuhan Angsana, diperoleh 22 isolat bakteri termasuk Gram positif dan 7 merupakan Gram

negatif. Didapatkan 21 isolat bakteri endofit berbentuk bacil, 7 isolat berbentuk coccus dan 1 isolat berbentuk coccobacilli. Isolat bakteri endofit tumbuhan Angsana yang memiliki potensi dalam menghasilkan senyawa antimikroba sebanyak 20 isolat. Isolat bakteri endofit tumbuhan Angsana membentuk zona hambat pada *S. aureus* (10 isolat), *E. coli* (17 isolat). Isolat bakteri endofit yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* sebanyak 7 isolat.

Kata kunci: Angsana, Antimikroba, Bakteri Endofit,



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2024 by author.

1. PENDAHULUAN

Resistensi terhadap antibiotik telah menjadi masalah mendasar di klinik dan pengobatan. Dampak resistensi antibiotik adalah meningkatnya morbiditas, mortalitas dan biaya kesehatan. Bakteri patogen telah mampu merespon dengan menghasilkan keturunannya yang tidak lagi sensitif terhadap antibiotik tertentu. Bahkan terhadap berbagai kelompok patogen, termasuk jamur dan bakteri, resisten terhadap beberapa antibiotik (*multidrug resistance*) (Cai et al., 2013). Diperlukan sumber zat baru yang memiliki aktivitas antimikroba yang lebih baik agar masalah resistensi ini dapat diatasi. Potensi bahan alam sebagai kandidat penghasil senyawa antimikroba baru sedang berkembang luas, salah satunya adalah menggunakan tumbuhan yang berpotensi sebagai obat. Menurut (Elango et al., 2012; Putri et.al., 2020), pemanfaatan tumbuhan akan menjadi sumber terbaik untuk mendapatkan berbagai obat, sehingga tanaman harus dipelajari untuk lebih memahami sifat-sifat tanaman terkait dengan keamanan dan kemanjurannya.

Tumbuhan Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) atau biasa disebut lansano oleh orang minang merupakan salah satu tumbuhan yang telah dikenal berkhasiat sebagai obat. Sebagian besar komponen kimia yang berasal dari tumbuhan yang digunakan sebagai obat atau bahan obat merupakan produk metabolit sekunder (Radji, 2005). Secara tradisional Angsana telah digunakan untuk mengobati disentri dan diare. Ekstrak kulit kayu Angsana di Filipina digunakan untuk pengobatan kusta dan flu. Selanjutnya, di Malaysia sari akar tanaman ini digunakan untuk pengobatan penyakit sipilis. Daun angsana juga digunakan untuk mengobati berbagai penyakit kulit seperti bisul, biang keringat, jerawat, luka, koreng, bisul (Susena et.al., 2013). Namun, penggunaan yang luas, menyebabkan tumbuhan ini terancam menjadi punah. Pemanfaatan bakteri endofit menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini.

Bakteri endofit adalah mikroba yang hidup di jaringan internal tanaman hidup tanpa menimbulkan efek negatif langsung yang nyata. Sifat bakteri endofit yang tidak berdampak negatif terhadap jaringan tanaman menunjukkan kemungkinan adanya hubungan simbiosis mutualisme antara bakteri endofit dengan inangnya. Tumbuhan tingkat tinggi

dapat mengandung beberapa bakteri endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologis atau metabolit sekunder yang diduga merupakan hasil ko-evolusi atau rekombinasi genetik dari tanaman inangnya menjadi bakteri endofit (Radji, 2005). Berdasarkan pertimbangan tersebut endofit dapat menjadi sumber berbagai metabolit sekunder baru yang berpotensi untuk dikembangkan di bidang medis, pertanian, dan industry (Goudaet.al., 2016; Mukherjee et al., 2018).

Potensi bakteri endofit untuk menghasilkan senyawa antimikroba berupa tanaman inang dan mengacu pada Rencana Induk Pengembangan (DMP) UIN Imam Bonjol Padang 2015-2039, bahwa penelitian tidak hanya dimaknai sebagai tradisi, tetapi juga harus mampu menghasilkan produk yang berkualitas, memberikan hasil dan dampak yang luas serta sejauh ini belum ada penelitian yang melaporkan pemanfaatan dan kandungan senyawa aktif bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman angšana.

2. METODE

Sampel akar, batang, dan daun Angšana diambil di sekitar kampus UNP Padang. Sampel diambil dari tanaman Angšana yang berumur puluhan tahun dan tanaman Angšana yang masih muda. Jaringan akar, batang, dan daun Angšana dipotong 1x1 cm. Selanjutnya sterilkan permukaan dengan merendamnya dalam alkohol 70% selama 1 menit. Potongan akar, batang, dan daun dicuci dengan aquades steril, kemudian dimasukkan ke dalam hipoklorit (konsentrasi 1% dan 5%) selama 2 menit. Tahap selanjutnya, jaringan direndam kembali dengan alkohol 70% selama 30 detik dan terakhir dicuci kembali dengan aquades steril dan kering (Afifah et al., 2018).

2.1 Isolasi dan Pemurnian Bakteri Endofit

Potongan akar, batang, dan daun, yang telah disterilkan permukaan, ditempatkan ke dalam media, dengan cara tiga lembar jaringan diletakkan ke dalam cawan petri yang sudah berisi media NA dengan posisi bagian dalam jaringan menempel pada media. Selanjutnya, media yang berisi potongan jaringan akar, batang, dan daun angšana diinduksi selama 24-48 jam pada suhu kamar. Bakteri yang tumbuh di sekitar jaringan dimurnikan secara bertahap. Teknik pemurnian menggunakan metode *streak plate* dan *spread plate* (Cappuccino dan Sherman, 2014). Teknik pemurnian menggunakan metode *spread plate* (pengenceran 10^{-4} dan 10^{-6}). Sebanyak 100 μ L suspensi bakteri yang sudah diencerkan diinokulasikan ke dalam medium NA. Kultur diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu kamar. Setiap koloni yang tumbuh dimurnikan kembali sampai benar-benar menjadi koloni tunggal. Setiap isolat yang telah murni disimpan dalam stok kultur.

2.2 Pembuatan Kultur Stok

Stok kultur dibuat pada media NA yang dimiringkan. Setiap koloni tunggal bakteri yang tumbuh pada kultur murni kemudian digores satu ose pada medium miring sebagai stok kultur bakteri. Bakteri digoreskan pada media dari pangkal secara zig-zag hingga ujung medium. Kultur diinkubasi pada suhu kamar selama 24-48 jam (Jawetz *et al.*, 2013).

2.3 Identifikasi Bakteri Endofit

a) Pengamatan Makroskopis

Pengamatan morfologi koloni dilakukan pada setiap koloni yang tumbuh. Pengamatan koloni tunggal berupa bentuk koloni, warna, tepi, ukuran dan elevasi koloni bakteri. Setiap bakteri endofit diamati di bawah mikroskop stereo dan difoto untuk dokumentasi.

b) Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan untuk menentukan jenis bakteri Gram positif atau Gram negatif. Pengamatan mikroskopis juga dilakukan untuk mengamati bentuk bakteri berdasarkan morfologi sel (kokus, batang dan batang spiral). Pewarnaan Gram juga dilakukan pada bakteri uji, sebagai kontrol pada pewarnaan isolat bakteri endofit.

2.4 Uji Aktivitas Antimikroba

Aktivitas antimikroba diuji menggunakan metode difusi uji inokulasi titik. Mikroba uji, yang kekeruhannya sudah disetarakan dengan standar McFarland's 0.5, diinokulasikan ke dalam medium menggunakan *cotton buds*. Bakteri endofit diinokulasikan (duplo) ke atas medium menggunakan jarum ose (Simarmata *et al.*, 2007).

Aktivitas antimikroba ditentukan berdasarkan zona hambat yang terbentuk. Pengamatan zona hambat dilakukan dari bagian bawah cawan petri dengan bantuan pantulan cahaya.

2.5 Analisis Data

Data pengamatan dianalisis secara deskriptif dengan mengamati morfologi koloni bakteri yaitu bentuk, tepi, elevasi, warna dan ukuran koloni. Pengamatan bentuk sel dengan pewarnaan Gram. Diameter zona hambat yang terbentuk pada uji aktivitas antimikroba oleh bakteri endofit angana diukur dengan menggunakan jangka sorong selama 5 hari pengamatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Angsana Plant Endophyte Bacteria Types Based on Macroscopic and Microscopic Identification

a) Number of Endophytic Bacterial Isolates

Berdasarkan isolasi bakteri endofit yang telah dilakukan, diperoleh bakteri endofit sebanyak 11 isolat pada akar, 12 isolat pada batang, dan 6 isolat pada daun tanaman Angsana. Secara keseluruhan diperoleh 29 isolat dari bagian akar, batang, dan daun tanaman Angsana (Tabel 1). Selanjutnya dilakukan identifikasi makroskopis dan mikroskopis untuk mengetahui jenis bakteri endofit.

Table 1. Bakteri yang diisolasi dari tumbuhan Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd)

Jaringan	Tipe Jaringan	Jumlah Bakteri Endofit	Kode Isolat	Jumlah
Akar	Didalam tanah (AA)	5 isolat	AA 1	11 isolat
			AA 2	
			AA 3	
			AA 4	
			AA 5	
			AA 6	
	Permukaan (AB)	6 isolat	AB 1	
			AB 2	
			AB 3	
			AB 4	
			AB 5	
			AB 6	
Batang	Tua (BA)	7 isolat	BA 1	12 isolat
			BA 2	
			BA 3	
			BA 4	
			BA 5	
			BA 6	
			BA 7	
	Muda (BB)	5 isolat	BB 1	
			BB 2	
			BB 3	
			BB 4	
Daun	Tua (DA)	4 isolat	DA 1	6 isolat
			DA 2	
			DA 3	
			DA 4	
	Muda (DB)	2 isolat	DB 1	
			DB 2	
Total Jumlah Bakteri Endofit				29 isolat

b) **Identifikasi Makroskopis Bakteri Endofit**

Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri endofit dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Karakteristik Makroskopis Morfologi Koloni Bakteri Endofit Akar Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd)

Kode Isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna
AA 1	Circular	Undulate	Flat	Kuning
AA 2	Circular	Entire	Flat	Putih susu
AA 3	Circular	Entire	Flat	putih kekuningan
AA 4	Circular	Undulate	Flat	Kuning
AA 5	Iregular	Lobate	Flat	Putih susu
AB 1	Circular	Undulate	Flat	Putih
AB 2	Circular	Undulate	Flat	Putih susu
AB 3	Circular	Entire	Flat	Putih susu
AB 4	Irregular	Entire	Raised	Putih susu
AB 5	Circular	Entire	Raised	Putih susu
AB 6	irregular	Berambut	Flat	Putih

Keterangan: AA : Akar di atas permukaan tanah (5 isolat), AB : Akar didalam tanah (6 isolat)

Tabel 3. Karakteristik Makroskopis Morfologi Koloni Bakteri Endofit Batang Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd)

Kode Isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna
BA 1	Circular	Entire	Flat	Putih
BA 2	Circular	Undulate	Flat	Putih
BA 3	Circular	Entire	Flat	Putih kekuningan
BA 4	Circular	Lobate	Raised	Putih kekuningan
BA 5	Circular	Undulate	Flat	kuning
BA 6	Circular	Undulate	Flat	kuning
BA 7	Circular	Entire	Flat	Kuning
BB 1	Iregular	Undulate	Flat	Milk Putih
BB 2	Circular	Undulate	Flat	Putih
BB 3	Iregular	Filamentous	Flat	Putih
BB 4	Circular	Entire	Flat	Putih susu
BB 5	Iregular	Undulate	Flat	Putih susu

Keterangan: BA : Batang Tua (7 Isolat), BB Batang Muda (5 Isolat)

Tabel 4. Karakteristik Makroskopis Morfologi Koloni Bakteri Endofit Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd)

Kode Isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna
DA 1	Circular	Undulate	Umbonate	Putih
DA 2	Circular	Entire	Flat	Kuning
DA 3	Circular	Undulate	Raised	Putih kekuningan
DA 4	Irregular	Undulate	Raised	Putih
DB 1	Irregular	Lobate	Flat	Putih susu
DB 2	Circular	Undulate	Flat	Putih

Keterangan DA : Daun Tua (4 isolates), DB : Daun Muda (2 isolates)

c) **Identifikasi Mikroskopis Bakteri Endofit Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd)**

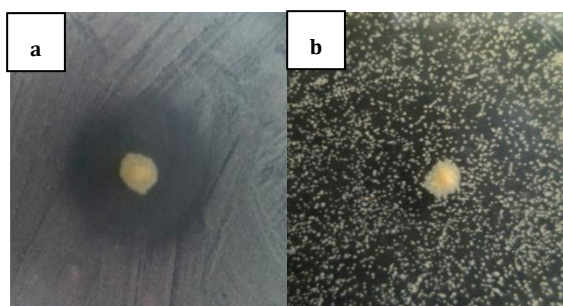
Bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman Angsana sebanyak 29 isolat. Bakteri endofit diisolasi dari akar sebanyak 11 isolat, batang sebanyak 12 isolat, dan daun sebanyak 6 isolat. Berdasarkan hasil pewarnaan Gram bakteri endofit tanaman angsana, diperoleh 22 isolat merupakan bakteri Gram positif dan 7 isolat Gram negatif. Terdapat 21 isolat bakteri endofit berbentuk basil, 7 isolat berbentuk coccus dan 1 isolat berbentuk coccobacilli (Tabel 5).

Table 5. Hasil Pewarnaan Gram dan Pengamatan Mikroskopis Bakteri Endofit Angsana

Jaringan	Kode Isolat	Gram	Bentuk Sel	Jaringan	Kode Isolat	Gram	Bentuk Sel
Outer	AA 1	Negative	<i>Coccus</i>	Old	DA 1	Positive	<i>Bacil</i>
Root	AA 2	Positive	<i>Bacil</i>	Leaves	DA 2	Positive	<i>Bacil</i>
	AA 3	Positive	<i>Bacil</i>		DA 3	Positive	<i>Bacil</i>
	AA 4	Negative	Cocco-bacilli		DA 4	Positive	<i>Bacil</i>
	AA 5	Negative	<i>Bacil</i>		Young	DB 1	Positive
Deep Roots	AB 1	Negative	<i>Coccus</i>	Leaves	DB 2	Positive	<i>Bacil</i>
	AB 2	Positive	<i>Bacil</i>	Old	DA 1	Positive	<i>Bacil</i>
	AB 3	Positive	<i>Bacil</i>		DA 2	Positive	<i>Bacil</i>
	AB 4	Positive	<i>Bacil</i>		DA 3	Positive	<i>Bacil</i>
	AB 5	Positive	<i>Bacil</i>		DA 4	Positive	<i>Bacil</i>
	AB 6	Positive	<i>Bacil</i>	Young	DB 1	Positive	<i>Bacil</i>
				Leaves	DB 2	Positive	<i>Bacil</i>

3.2 Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit Angsana

Isolasi bakteri endofit batang tanaman angšana yang berpotensi menghasilkan senyawa antimikroba sebanyak 20 isolat. Isolat bakteri endofit batang tanaman angšana membentuk zona hambar pada *S. aureus* (10 isolat), *E. coli* (17 isolat). Isolat bakteri endofit yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* sebanyak 7 isolat. Aktivitas antimikroba diuji menggunakan metode difusi inokulasi titik. Kemampuan menghasilkan senyawa aktif antimikroba dilihat berdasarkan zona hambat yang terbentuk (Gambar 1).



Gambar 1. Aktivitas senyawa antimikroba bakteri endofit tanaman Angšana (a) Bakteri endofit menghasilkan zona hambar (b) Bakteri endofit tidak menghasilkan zona hambar

Hasil uji aktivitas antimikroba terhadap *S. aureus* dan *E. coli* diketahui 20 isolat bakteri endofit memiliki aktivitas antimikroba. Sembilan isolat bakteri endofit yang tidak memiliki aktivitas antimikroba adalah isolat AA 5, AB 1, AB 4, AB 5, AB 6, BA 5, BA 7, BB1, BB 5. Isolat bakteri endofit yang memiliki aktivitas antimikroba paling banyak terhadap *E. coli* (17 isolat). Isolat bakteri endofit yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap *S. aureus* sebanyak 10 isolat (Tabel 6).

Distribusi mikroba endofit pada tanaman bervariasi. Pada penelitian ini bakteri endofit yang memiliki aktivitas antimikroba banyak ditemukan pada jaringan batang dan daun. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Afifah et al., 2018; Handayani et al., 2020; Putri et.al., 2018; Yandila et.al., 2018), dimana bakteri dan jamur endofit penghasil senyawa antimikroba juga banyak diisolasi dari jaringan batang dan daun dibandingkan dengan yang diisolasi dari akar.

Aktivitas antimikroba yang dihasilkan bakteri endofit Angsana pada penelitian ini paling banyak terhadap bakteri Gram Negatif. Perbedaan aktivitas antimikroba yang dihasilkan oleh bakteri endofit dipengaruhi oleh banyak faktor. Perbedaan struktur mikroba uji menentukan aktivitas suatu senyawa aktif antimikroba. Menurut (Brooks et.al., 2013), bakteri secara umum dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu Gram positif dan Gram negatif. Perbedaan jenis bakteri ini didasarkan pada komposisi dinding selnya,

dimana bakteri Gram positif memiliki dinding sel lebih tebal dibandingkan Gram negatif. Perbedaan struktur sel akan mempengaruhi aktivitas antimikroba. Menurut (Chin et.al., 2023; Greenwood et.al., 1995) setiap senyawa aktif antimikroba bekerja secara spesifik pada bagian sel bakteri.

Tabel 10. Bakteri Endofit Angsana yang Memiliki Potensi Menghasilkan Senyawa Antimikroba

Jaringan	Kode Isolat	Aktivitas antimikroba		
		<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	
Akar	AA 1	-	0,1	
	AA 2	0,85	0,975	
	AA 3	1,55	0,425	
	AA 4	1,65	-	
	AA 5	-	-	
	AB 1	-	-	
	AB 2	0,97	0,112	
Batang	AB 3	-	1,475	
	AB 4	-	-	
	AB 5	-	-	
	AB 6	-	-	
	BA 1	1,575	1,25	
	BA 2	-	0,575	
	BA 3	0,15	-	
	BA 4	-	0,25	
	BA 5	-	-	
	BA 6	0,15	-	
	BA 7	-	-	
	BB 1	-	-	
	Daun	BB 2	0,85	1
		BB 3	-	0,15
BB 4		-	1,2	
BB 5		-	-	
DA 1		-	0,35	
DA 2		-	0,375	
DA 3		0,75	0,15	
DA 4		-	0,2	
DB 1	-	0,7		
DB 2	0,225	1,1		

Produksi senyawa aktif antimikroba oleh bakteri dilakukan melalui proses fermentasi. Untuk mendapatkan kondisi terbaik, fermentasi bakteri endofit dalam menghasilkan senyawa antimikroba perlu dioptimasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Nofion et al., 2018) menunjukkan bahwa fermentasi bakteri endofit Andalas dalam menghasilkan senyawa antimikroba terbaik menggunakan medium *laktosa broth*. Pada penelitian ini, belum dilakukan optimasi kondisi fermentasi, sehingga perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Bakteri endofit Angsana berhasil diisolasi sebanyak 29 isolat, masing-masing 11 isolat dari akar, 12 isolat dari batang, dan 6 isolat dari daun. Dari total bakteri yang diisolasi, 22 isolat bakteri merupakan Gram positif dan 7 isolat Gram negatif. Terdapat 21 isolat bakteri endofit berbentuk basil, 7 isolat berbentuk coccus dan 1 isolat berbentuk coccobacil. Bakteri endofit Angsana penghasil senyawa antimikroba yang menghambat bakteri Gram positif sebanyak 10 isolat, menghambat bakteri Gram negatif sebanyak 17 isolat dan 7 isolat dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif. Selanjutnya diperlukan penelitian untuk mengoptimasi fermentasi sehingga diketahui kondisi terbaik bakteri endofit Angsana dalam menghasilkan senyawa antimikroba.

REFERENSI

- Afifah, N., Irdawati, I., & Putri, D. H. (2018). Isolation and Identification of Endophytic Bacteria from the Andalas Plant Stem (*Morus macroura* Miq.). *Bioscience*, 2(1), 72–75. <http://doi.org/10.24036/02018219952-0-00>
- Afifah, N., Putri, D. H., & Irdawati, I. (2018). Isolation and Identification of Endophytic Bacteria from the Andalas Plant Stem (*Morus macroura* Miq.). *Bioscience*, 2(1), 72. <http://doi.org/10.24036/02018219952-0-00>
- Brooks, G. F., Jawetz, E., Melnick, J. L., & Adelberg, E. A. (2013). *Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology. Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* (Vol. 53). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cai, F., Yu, G., Wang, P., Wei, Z., Fu, L., Shen, Q., & Chen, W. (2013). Harzianolide, a novel plant growth regulator and systemic resistance elicitor from *Trichoderma harzianum*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 73, 106–113. <http://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.08.011>
- Chin, K. W., Michelle Tiong, H. L., Vijitra, L. I., & Ma, N. L. (2023). An overview of antibiotic and antibiotic resistance. *Environmental Advances*, 11. <http://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100331>
- Elango, G., Abdul Rahuman, A., Kamaraj, C., Bagavan, A., Abduz Zahir, A., Santhoshkumar, T., ... Rajakumar, G. (2012). Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 524–530. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.032>
- Gouda, S., Das, G., Sen, S. K., Shin, H. S., & Patra, J. K. (2016). Endophytes: A treasure house of bioactive compounds of medicinal importance. *Frontiers in Microbiology*. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01538>
- Greenwood, D., Finch, R., Davey, P., & Wilcox, M. (1995). Antibiotics, susceptibility (Sensitivity) test antimicrobial and chemotherapy. *United State of America: Mc Graw Hill Company*.

- Handayani, D., Putri, D. H., Farma, S. A., Annisa, N., Oktaviani, M., & Rahwani. (2020). Isolation of Endophytic Fungi from Stem of Andaleh (*Morus macroura* Miq.) That Produce Antimicrobial Compound, *10(ICoBioSE 2019)*, 43–45. <http://doi.org/10.2991/absr.k.200807.010>
- Mukherjee, G., Saha, C., Naskar, N., Mukherjee, A., Mukherjee, A., Lahiri, S., Seal, A. (2018). An Endophytic Bacterial Consortium modulates multiple strategies to improve Arsenic Phytoremediation Efficacy in *Solanum nigrum*. *Scientific Reports*, *8*(1). <http://doi.org/10.1038/s41598-018-25306-x>
- Nofion, N., Putri, D. H., & Irdawati. (2018). Optimization of Medium Fermentation for Production of Antimicrobial Compounds by Endofit Bacteria Andalas Plant (*Morus macroura* Miq.) B.J.T.A-6 Isolate, *2*(1), 79–84.
- Putri, D. H., Violita, Hafids, A., Sofani, A., & Susanti, T. (2020). Potential of Andalas (*Morus macroura* Miq.) Ethanol Extract in Inhibiting the Microbial Growth. In *Proceedings of the International Conference on Biology, Sciences and Education*. Atlantis Press. <http://doi.org/10.2991/absr.k.200807.001>
- Putri, M. F., Fifendy, M., & Putri, D. H. (2018). Diversitas Bakteri Endofit pada Daun Muda dan Tua Tumbuhan Andaleh (*Morus macroraura* miq.). *Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, *19*(1), 125–130.
- Radji, M. (2005). Peranan Bioteknologi Dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, *2*(3), 113–126. <http://doi.org/10.7454/psr.v2i3.3388>
- Susena, D., Pramono, P., & Hidayat, H. N. (2013). Pengobatan Tradisional Dalam Naskah-Naskah Minangkabau: Inventarisasi Naskah, Teks dan Analisis Etnomedisin. *Jurnal Elektronik WACANA ETNIK*, *4*(2), 133. <http://doi.org/10.25077/we.v4.i2.53>
- Yandila, S., Putri, D. H., & Fifendy, M. (2018). Endophytic Bacteria Colonization on Root Andaleh Plant (*Morus macroura* Miq .). *Bio-Site*, *04*(2), 1–7. Retrieved from <https://online-journal.unja.ac.id/BST/issue/view/771>